

# BUNDEREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Bescheinigung

#3 / Priority  
Paper  
4-2-99  
R. Stokes

jc549 U.S. PTO  
09/261080  
03/02/99

Die Firma Carl Zeiss in Heidenheim an der Brenz/Deutschland  
hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Retikel mit Kristall-Trägermaterial"

am 2. März 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt  
eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue  
Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patent-  
anmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig  
das Symbol G 03 F 1/14 der Internationalen Patentklassifikation  
erhalten.

München, den 15. Dezember 1998

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Stück

Aktenzeichen: 198 08 461.7

Retikel mit Kristall-Trägermaterial

Die Erfindung betrifft ein Retikel, dessen transparentes Trägermaterial aus einem optisch einachsigen Kristall besteht.

In DE 34 17 888 A ist ein Retikel für 100-200 nm Lithographie beschrieben, dessen Substrat aus  $\text{MgF}_2$  gleichrangig wie aus  $\text{CaF}_2$  oder diversen anderen Fluoriden bestehen soll. Offenbar ist nur deren Transparenz im angegebenen Wellenlängenbereich als Auswahlkriterium beachtet. Zur Kristallstruktur, Doppelbrechung, Wärmeausdehnung und Polarisierung ist nichts ausgesagt.

In der technischen Publikation TP 58401 ist die 157 nm-Lithographie mit transparenten optischen Elementen u.a. aus  $\text{MgF}_2$  ohne nähere Spezifikation beschrieben.

$\text{MgF}_2$  ist ein typischer optisch einachsiger Kristall.

In der DE 195 35 392 A ist eine radial polarisationsdrehende optische Anordnung und eine Mikrolithographie-Projektionsbelichtungsanlage damit beschrieben.

Die Lithographie mit der Excimer-Laser-Wellenlänge 157 nm kann nicht mehr auf das bewährte Quarzglas als Retikel-Trägermaterial zurückgreifen, da dies im angegebenen Spektralbereich undurchlässig ist. Das isotrope  $\text{CaF}_2$  hat einen drastisch höheren linearen Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $18,9 \cdot 10^{-6}/\text{K}$  gegenüber  $0,5 \cdot 10^{-6}/\text{K}$  von Quarzglas.

Das schon vorgeschlagene  $\text{MgF}_2$  (Magnesiumfluorid) hat eine deutlich kleinere Wärmeausdehnung. Aufgrund der Kristallstruktur ist dieser Kristall aber nicht nur optisch einachsig doppelbrechend, sondern auch die Wärmeausdehnung ist anisotrop.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Retikel anzugeben, das für Wellenlängen im Bereich 100-200 nm geeignet ist und

hinsichtlich seiner thermischen und optischen Eigenschaften verbessert ist.

Gelöst wird die Aufgabe durch ein Retikel nach einem der Ansprüche 1 oder 2. Demnach wird die Achsrichtung des kristallinen Trägers so ausgerichtet, daß die thermische Ausdehnung innerhalb der Retikel-Fläche homogen ist. Bei genau senkrechter Orientierung der Kristallachse gelingt dies ideal. Abweichungen, die z.B. fertigungstechnisch bedingt sind, können aber in dem Maße toleriert werden, wie die damit zunehmende ungleichmäßige Wärmeausdehnung toleriert werden kann. Die in Anspruch 3 angegebenen Toleranz von  $5^\circ$  stellt ein Maß dar, oberhalb dessen die Ausführung wenig sinnvoll wird.

MgF<sub>2</sub> ist das bevorzugte optisch einachsige Kristall-Material.

Durch eine Kühlvorrichtung gemäß den Unteransprüchen 4 bis 5 kann die Störung der mikrolithographischen Abbildung durch die Wärmeausdehnung des Retikels zusätzlich reduziert werden.

Eine Optimierung auch der optischen Eigenschaften ergibt sich durch die Einbindung des so ausgebildeten Retikels in eine Belichtungsanlage mit einem Beleuchtungssystem, das radial polarisiertes Licht bereit stellt, gemäß Anspruch 6 oder 7. Damit wird auch die Brechung am Kristall nicht mehr richtungsabhängig. Für die Toleranz gegen Abweichungen der optischen Achse von der Kristallachse gilt das obengesagte entsprechend, daher ergeben sich vorteilhafte Weiterbildungen gemäß Anspruch 8 durch Aufnahme der Merkmale der Ansprüche 3 bis 5.

Damit wird also eine Belichtungsanlage mit einem bei 100-200 nm Lichtwellenlänge transparenten Retikel ausgestattet, bei dem Anisotropien der Wärmeausdehnung und der Lichtbrechung keine Rolle spielen und der Absolutbetrag der Wärmeausdehnung gegenüber CaF<sub>2</sub> ( $9,4 \cdot 10^{-6}/K$ ) als dem gangbarsten Vergleichsmaterial halbiert ist.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführung des Retikels ist in den Ansprüchen 9 bis 11 beschrieben, wo eine Problemlösung durch eine geeignete Kühlung angegeben wird.

Näher erläutert wird die Erfindung anhand des in der Zeichnung dargestellten Beispiels.

Figur 1 zeigt schematisch eine Projektionsbelichtungsanlage der erfindungsgemäßen Art.

Ein DUV-Excimer-Laser 21 mit z.B. 157 nm Wellenlänge bildet mit einer Optik 2 ein Beleuchtungssystem, das mit einem Radial-Polarisator 22 nach DE 195 35 392 A ergänzt ist. Damit wird ein Lichtbündel 20 mit radialer Polarisation - durch die Vektoren  $P_L$  und  $P_R$  angedeutet - und der optischen Achse A erzeugt.

Dieses durchstrahlt ein Retikel 1 mit nicht transmittierenden Strukturen 11, z.B. aus Chrom, auf dem transparenten Träger 10. Dieser ist hier aus  $MgF_2$  gebildet mit einer Orientierung der Hauptachse in Richtung der optischen Achse A. Die Strukturen 11 werden dann durch das Projektionsobjektiv 3, z.B. ein Spiegelobjektiv, auf den Wafer 4 abgebildet, der auf einer Trageeinrichtung 41 positioniert ist. Die Strukturen 11 sind auf der dem Projektionsobjektiv 3 zugewandten Seite des Trägers 10 angeordnet, da dann das Trägermaterial 10 nicht im eigentlichen Abbildungsstrahlengang angeordnet ist. Das Retikel 1 ist an einer Positioniereinrichtung 12 befestigt.

Das Retikel 1 ist zwischen zwei planparallelen Deckplatten 13, 14 aus Material geeigneter Transparenz, z.B.  $CaF_2$  oder aus gleich orientiertem  $MgF_2$ , angeordnet, welche mit einem Leitungssystem 51, 52 und einem Kühlsystem 5 verbunden sind. Dadurch kann das Retikel 1 von einem Fluid 50, vorzugsweise einem Gas und zwar am geeignetsten Helium, umspült werden. Damit wird ein wirkungsvoller Temperatenausgleich zwischen unterschiedlich mit Struktur 11 belegten oder unterschiedlich intensiv vom Lichtbündel 20 bestrahlten Bereichen des Retikels 1 sowie insgesamt eine Kühlung und Temperaturstabilisierung

ermöglicht. Vorzugsweise wird eine Gegenstromkühlung der Vorder- und Rückseite des Retikels 1 wie im Beispiel eingesetzt.

Das erfindungsgemäße Retikel und das System eignen sich auch für eine Kontaktbelichtungsanlage.

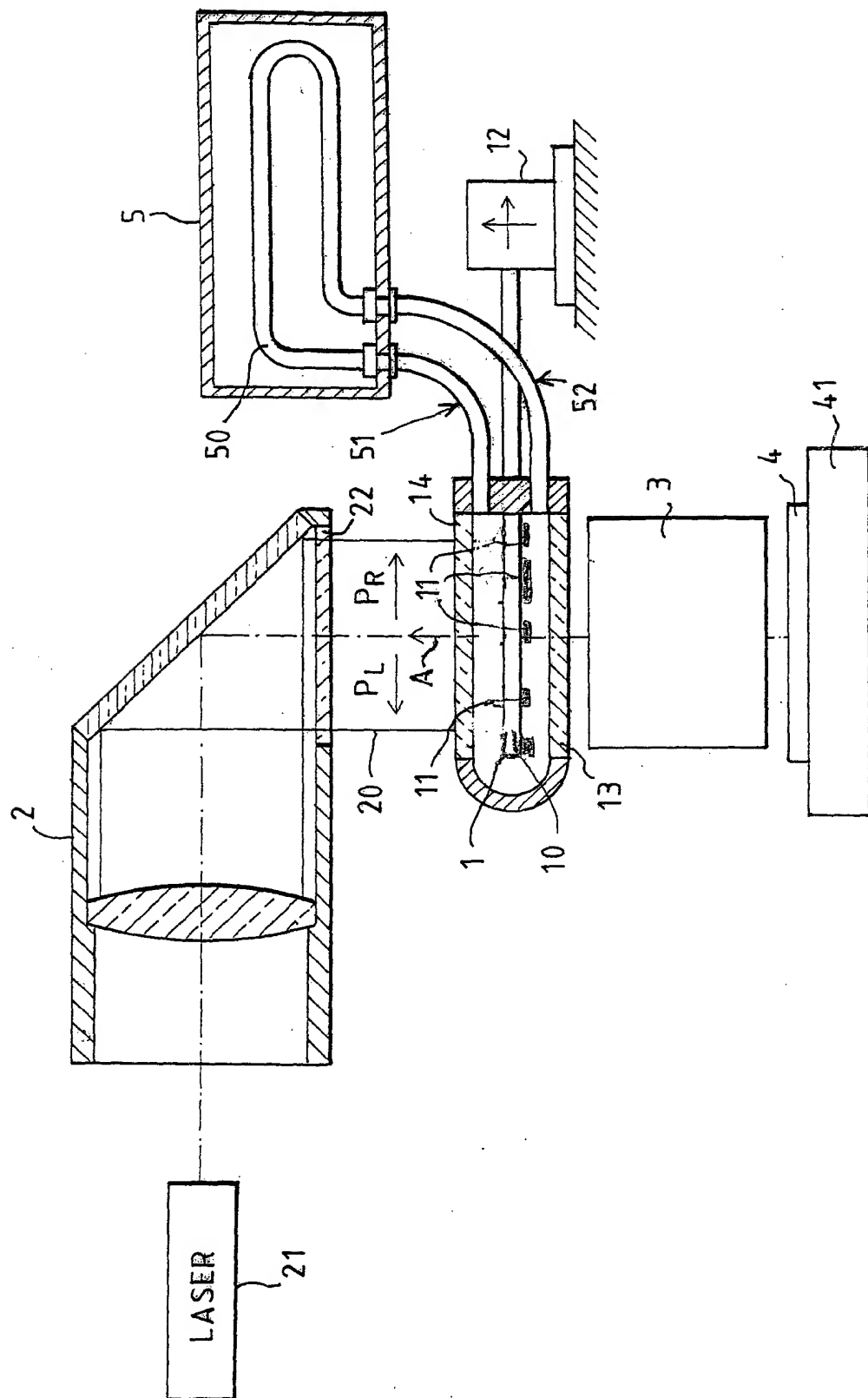
Auch ohne die radiale Polarisierung des Beleuchtungs-Lichtbündels ist das erfindungsgemäße Retikel brauchbar. Wenn zirkuläre Polarisierung des Lichts eingeführt wird sind alle Effekte der Doppelbrechung rotationssymmetrisch zur optischen Achse A und damit vielfach tolerierbar.

#### Patentansprüche:

1. Retikel mit Trägermaterial (10) aus transparentem optisch einachsigem Kristall, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptachse (A) des Kristalls nahezu senkrecht zur Fläche des Retikels (1) steht.
2. Retikel aufbauend auf  $\text{MgF}_2$  als Trägermaterial (10), dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptachse (A) des  $\text{MgF}_2$  nahezu senkrecht zur Retikel-Fläche (1) orientiert ist.
3. Retikel nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hauptachse mit  $\pm 5^\circ$  senkrecht zur Fläche des Retikels (1) orientiert ist.
4. Retikel nach mindestens einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einer Kühlvorrichtung (5, 13, 14, 50, 51, 52) versehen ist.
5. Retikel nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlvorrichtung (5, 13, 14, 50, 51, 52) ein strömendes Fluid (50) aufweist.
6. Belichtungsanlage der Mikrolithographie mit einem Beleuchtungssystem (2) und einem Retikel (1) mit Magnesiumfluorid als Trägermaterial (10), dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungssystem (2) radial polarisiertes Licht (20,  $P_L$ ,  $P_R$ ) bereitstellt und das Magnesiumfluorid mit seiner Kristall-Hauptachse nahezu in Richtung der optischen Achse (A) am Retikel (1) orientiert ist.
7. Belichtungsanlage der Mikrolithographie mit einem Beleuchtungssystem (2), einem Retikel (1) mit Trägermaterial (10) aus transparentem optisch einachsigem Kristall, dadurch gekennzeichnet, daß das Beleuchtungssystem radial polarisiertes Licht (20,  $P_L$ ,  $P_R$ ) bereitstellt und das Trägermaterial (10) mit seiner Hauptachse

nahezu in Richtung der optischen Achse (A) am Retikel (1) orientiert ist.

8. Belichtungsanlage nach Anspruch 6 oder 7 mit einem Retikel nach mindestens einem der Ansprüche 3-5.
9. Retikel (1) mit Trägermaterial (10) aus Kristall, gekennzeichnet durch eine Fluidkühlung.
10. Retikel (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Planplatte (13, 14) parallel am Retikel (1) angeordnet ist und zwischen Retikel (1) und Planplatte (13, 14) ein Fluid (50) strömt.
11. Retikel (1) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Planplatte (13, 14) aus Kristall, insbesondere  $\text{CaF}_2$  oder  $\text{MgF}_2$  besteht.





TRANSLATOR'S CERTIFICATION

I, RALPH PEARCY, of 10001 Coors Boulevard Bypass NW #521, Albuquerque, New Mexico, do hereby affirm that I am well acquainted with the German and English languages and that the attached translation of German Patent No. 198 08 461.7, filed March 2, 2000, is to the best of my knowledge and belief a complete, true and accurate translation.

Signed: Ralph Percy Date: March 19, 2001

## **Certification**

The firm Carl Zeiss, of Heidenheim on the Brenz/ Germany has filed a patent application entitled  
“Reticle with Crystal Support Material and Pellicle“  
on March 2, 1998 in the Germany Patent and Trademark Office.

The attached document is a true and accurate copy of this patent application.

The application has in the German Patent and Trademark Office received a symbol G 03 0F 1/14 in  
the International Patent Classification.

Munich, December 15, 1998  
The President of the German Patent  
and Trademark Office

Serial Number: 198 08 461.7

Reticle With Crystal Support Material and Pellicle

The invention relates to a reticle whose transparent support material consists of an optically uniaxial crystal.

A reticle for 100-200 nm lithography whose substrate is to consist of  $\text{MgF}_2$ , or equally well of  $\text{CaF}_2$  or diverse other fluorides, is described in (German Patent) DE 34 17 888 A. Manifestly only their transparency in the given wavelength region is considered as the selection criterion. Nothing is said concerning the crystal structure, birefringence, thermal expansion, and polarization.

In the Technical Publication TP 58401, 157 nm lithography with transparent optical elements, of  $\text{MgF}_2$  among others, is described without being specified in more detail.

$\text{MgF}_2$  is a typical optically uniaxial crystal.

A radially polarization-rotating optical arrangement, and a microlithography projection illumination equipment therewith, is described in DE 195 35 392 A.

Lithography with the excimer laser wavelength of 157 nm can no longer fall back on the proven quartz glass as reticle support material, since this is opaque in the given spectral region. Isotropic  $\text{CaF}_2$  has a drastically higher linear thermal expansion coefficient of  $18.9 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{K}$ , as against  $0.5 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{K}$  for quartz glass.

The already proposed  $\text{MgF}_2$  (magnesium fluoride) has a markedly smaller thermal expansion. Based on the crystal structure, however, not

only is this crystal optically uniaxially birefringent, but also the thermal expansion is anisotropic.

Pellicles are thin diaphragms for the protection of the mask structure on the reticle. Besides organic foils, SiO<sub>2</sub> pellicles are also known.

(Japanese Laid-Open Patent Publication) JP-A-4-081756 describes a pellicle in which a fluoropolymer is coated on both sides with CaF<sub>2</sub>.

The invention has as its object to provide a reticle which is suitable for wavelengths in the 100-200 nm region and which is improved as regards its thermal and optical properties. The same holds for a pellicle according to the invention.

The object is attained by a reticle according to one of claims 1 or 2. According to these, the axial direction of the crystalline support is oriented such that the thermal expansion within the reticle surface is homogeneous. Ideally, this is obtained with an exactly perpendicular orientation of the crystal axis. However, deviations arising from manufacturing technology, for example, can be tolerated to the extent that the resulting increasingly unequal thermal expansion can be tolerated. The tolerance of 5° given in claim 3 represents a measure above which the embodiment would be little appropriate.

MgF<sub>2</sub> is the preferred optically uniaxial crystal.

The disturbance of the microlithographic imaging by thermal expansion can be additionally reduced by means of a cooling device according to dependent claims 4 and 5.

An optimization of the optical properties also results, according to claims 6 and 7, from the bonding of the thus constituted reticle into an illumination equipment which prepares radially polarized light. The

refraction at the crystal is thereby no longer dependent on direction. For the tolerance against deviations of the optical axis from the crystal axis, the abovementioned correspondingly holds, and hence advantageous developments arise according to claim 8 by inclusion of the features of claims 3-5.

An illuminating device is thus provided with a reticle which is transparent at light wavelengths of 100-200 nm, in which anisotropies of thermal expansion and of refraction play no part, and the absolute amount of the thermal expansion is halved in contrast to  $\text{CaF}_2$  ( $9.4 \cdot 10^{-6}/^\circ\text{K}$ ) as the most prevalent comparison material.

A further embodiment of the reticle according to the invention is described in claims 9-11, where a problem solution is given by suitable cooling.

Claim 12 states the constitution of a pellicle according to the invention, consisting of a fluoride crystal, preferably  $\text{CaF}_2$ , or  $\text{BaF}_2$  or  $\text{MgF}_2$ .

The invention will be described in more detail with reference to the example shown in the accompanying drawing.

Fig. 1 shows, schematically, a projection illumination equipment of the kind according to the invention.

A DUV excimer laser 21 with e.g. 157 nm wavelength forms, with an optics 2, an illumination system which is supplemented with a radial polarizer 22 according to DE 195 35 392 A. A light pencil 20, with radial polarization as indicated by the vectors  $\text{P}_L$  and  $\text{P}_R$ , and the optical axis A, is thus produced.

This passes through a reticle 1 with non-transmitting structures 11, e.g. of chromium, on the transparent support 10. This is formed of  $\text{MgF}_2$  here, with an orientation of the main axis in the direction of the optical axis A. The structures 11 are then imaged through the projection objective 3, e.g., a mirror objective, onto the wafer 4 which is positioned on a carrier device 41. The structures 11 are arranged on the side of the support 10 remote from the projection objective 3, since the support material 10 is then not arranged in the imaging path proper. The reticle 1 is fastened in a positioning device 12.

The reticle 1 is arranged between two plane parallel cover plates (pellicles) 13, 14 of material of suitable transparency, e.g.,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ , or of  $\text{MgF}_2$  having the same orientation, which are connected to a duct system 51, 52 and a cooling system 5. The reticle 1 can thereby be flushed with a fluid 50, preferably a gas, and indeed most suitably helium. There is thus made possible an effective temperature equalization between regions of the reticle 11 which are differently endowed with structure 11, or are irradiated with different intensity by the light pencil 20, and also an overall cooling and temperature stabilization. Preferably a countercurrent cooling of the front and back side of the reticle 1 is used, as in the example.

The pellicles 13, 14 of fluoride crystal are also advantageous in combination with reticles of other material, with or without fluid cooling.

Production preferably proceeds from (111)-oriented crystal plates, which are polarized conventionally and/or with an ion beam.

The reticle according to the invention, the pellicle and the system are also suitable for a contact illumination equipment.

The reticle according to the invention can also be used without the

radial polarization of the illumination light pencil. If circular polarization of the light is introduced, all the effects of the birefringence are rotationally symmetrical with respect to the optical axis A, and are therefore tolerable in many ways.

PATENT CLAIMS:

1. Reticle with support material (10) if transparent, optically uniaxial crystal, characterized in that the principal axis (A) of the crystal is about perpendicular to the surface of the reticle (1).
2. Reticle based on  $\text{MgF}_2$  as the support material (10), characterized in that the principal axis (A) of the  $\text{MgF}_2$  is oriented about perpendicular to the reticle surface (1).
3. Reticle according to claim 1 or 2, characterized in that the principal axis is oriented perpendicular  $\pm 5^\circ$  to the surface of the reticle (1).
4. Reticle according to at least one of claims 1-3, characterized in that it is provided with a cooling device (5, 13, 14, 50, 51, 52).
5. Reticle according to claim 4, characterized in that the cooling device (5, 13, 14, 50, 51, 52) has a flowing fluid (50).
6. Illumination equipment for microlithography with an illumination system (2) and a reticle (1) with magnesium fluoride as the support material (10), characterized in that the illumination system (2) provides radially polarized light (20,  $P_L$ ,  $P_R$ ), and the magnesium fluoride is oriented with its crystal principal axis about in the direction of the optical axis (A) at the reticle (1).



7. Illumination equipment for microlithography with an illumination system (2), a reticle (1) with support material (10) of transparent optically uniaxial crystal, characterized in that the illumination system provides radially polarized light (20,  $P_L$ ,  $P_R$ ), and the support material (10) is oriented with its principal axis about in the direction of the optical axis (A) at the reticle (1).
8. Illumination equipment according to claim 6 or 7 with a reticle according to at least one of claims 3-5.
9. Reticle according to claim 6 or 7, characterized by a fluid cooling system.
10. Reticle according to claim 9, characterized in that at least one flat plate (13, 14) is arranged parallel at the reticle (1), and a fluid (50) flows between the reticle (1) and the flat plate (13, 14).
11. Reticle according to claim 10, characterized in that the flat plate (13, 14) consists of crystal, particularly of  $\text{CaF}_2$  or  $\text{MgF}_2$ .
12. Pellicle (13, 14) of fluoride crystal, particularly  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{BaF}_2$ , or  $\text{MgF}_2$ .

ABSTRACT:

Reticle with Crystal Support Material

(Figure)

Illumination equipment for microlithography with an illumination system (2), and a reticle (1) with magnesium fluoride as the support material (10), wherein the illumination system (2) provides radially polarized light (20,  $P_L$ ,  $P_R$ ), and the magnesium fluoride is oriented with its principal axis about in the direction of the optical axis (A) at the reticle (1).

In addition, a suitable cooling system (5, 13, 14, 50, 51, 52) is described.

US 0926108003P1



Creation date: 21-08-2003  
Indexing Officer: TDANG5 - TIEN DANG  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09261080

Legal Date: 24-11-1999

No.	Doccode	Number of pages
1	LET.	3

Total number of pages: 3

Remarks:

Order of re-scan issued on .....